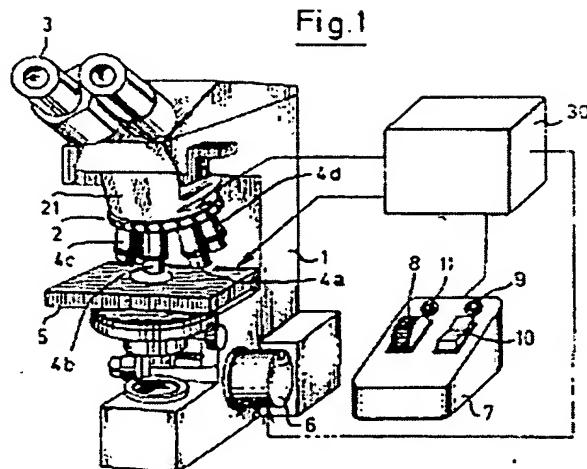


**Microscope having a focusing drive mechanism which can be motor driven**

**Patent number:** DE3607379  
**Publication date:** 1987-07-16  
**Inventor:** TRAUTWEIN FRANZ; FALTERMEIER BERND DR;  
JOERGENS REINHARD DR  
**Applicant:** ZEISS CARL FA  
**Classification:**  
- **international:** G02B21/24; G02B21/26; H02P7/00  
- **european:** G02B21/26, G02B21/24B  
**Application number:** DE19863607379 19860306  
**Priority number(s):** DE19863607379 19860306

**Abstract of DE3607379**

In order to control different functions of a microscope, provision is made of a separate keyboard console (7), which is set up near the microscope (1) and also contains the manipulator for the fine adjustment of the focusing movement. A handwheel (8) coupled to an electronic bit generator serves as the manipulator for the fine focusing. The motor (6) of the focusing drive mechanism is driven by the signals of the bit generator after conversion in accordance with the linear magnification of the microscope objective (4) employed. Moreover, when the handwheel (8) is operated the autofocus function of the microscope is switched off. The keyboard console (7) contains furthermore the switch (10) for the lens turret (2), which can be rotated by motor. Said turret automatically switches over to an objective (4c) with a low linear magnification when the microscope mechanical stage (5) is in the basic position for the handover of a specimen.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(11) DE 3607379 C1

(51) Int. Cl. 4:  
**G 02 B 21/24**

G 02 B 21/26  
H 02 P 7/00

Dienstdezeigenamt

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(23) Patentinhaber:

Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim, DE

(22) Erfinder:

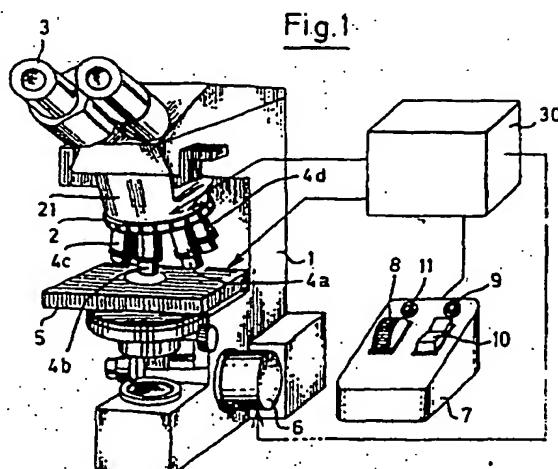
Jörgens, Reinhard, Dr., 7082 Oberkochen, DE;  
Faltermeier, Bernd, Dr.; Trautwein, Franz, 7080  
Aalen, DE

(56) Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE 34 10 201 A  
DE 33 30 476 A  
EP 01 24 241 A

(54) Mikroskop mit motorisch bewegbarem Fokussiertrieb

Zur Steuerung verschiedener Funktionen eines Mikroskops ist ein separates, neben dem Mikroskop (1) aufgestelltes Bedienpult (7) vorgesehen, das auch die Handhabe für den Feintrieb der Fokussierbewegung enthält. Als Handhabe für die Feinfokussierung dient ein mit einem elektronischen Bitgenerator gekoppeltes Handrad (8). Von den Signalen des Bitgenerators wird nach Umsetzung entsprechend dem Abbildungsmaßstab des verwendeten Mikroskopobjektivs (4) der Motor (6) des Fokussiertriebs angesteuert. Bei Betätigung des Handrads (8) wird außerdem die Autofokusfunktion des Mikroskops abgeschaltet. Das Bedienpult (7) enthält außerdem den Schalter (10) für den motorisch drehbaren Objektivrevolver (2). Dieser schaltet automatisch auf ein Objektiv (4c) mit niedrigem Abbildungsmaßstab um, wenn sich der Kreuztisch (5) des Mikroskops in Grundposition für die Übergabe eines Objekts befindet.



DE 3607379 C1

BEST AVAILABLE COPY

DE 3607379 C1

## Patentansprüche

1. Mikroskop mit motorisch bewegbarem Fokussiertrieb, einem ebenfalls motorisch durchschaltbaren Objektivrevolver (2), der mit Objektiven (4) unterschiedlicher Vergrößerung bestückt ist, einem Schalter (10) für die Drehung des Objektivrevolvers, einer Handhabe zur manuellen Feinverstellung des Fokussiertriebs und einem Kreuztisch (5) zur Aufnahme von Proben, der eine bestimmte Übergabeposition für die Proben einnehmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Handhabe für die Fokusverstellung ein mit einem Encoder (18) gekoppeltes Handrad oder ein Drehknopf ist und mit dem Schalter (10) für die Betätigung des Objektivrevolvers in einem neben dem Mikroskop angeordneten Bedienpult (7) enthalten ist, und daß ein Sensor (20) zur Erkennung der Übergabeposition des Kreuztisches vorgesehen ist, bei dessen Ansprechen der Objektivrevolver (2) in eine vorgegebene Grundposition mit großem Arbeitsabstand dreht.
2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Grundposition des Revolvers (2) ein Übersichtsobjektiv (4c) sich in Arbeitsstellung befindet.
3. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop mit einer Autofokus-einrichtung zur automatischen Nachführung der Schärfenebene des Mikroskops (1) auf die Oberfläche des zu untersuchenden Objekts versehen ist, und daß die digitalen Ausgangssignale des Encoders einer der Steuerschaltung (14) für die manuelle Fokusverstellung und einer der Steuerschaltung (15) der Autofokus-einrichtung zugeführt sind und bei Betätigung des Handrads bzw. Drehknopfes letztere abschalten.
4. Mikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Steuerschaltungen (14 - 17) für die automatische und manuelle Fokusinstellung dem Motor (6) des Fokussiertriebs über eine elektronische Begrenzungsschaltung für den Verstellbereich zugeführt werden.
5. Mikroskop nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schalter (12) zur Schnellverstellung des Fokussiertriebs an dem Bedienpult (7) vorhanden ist.
6. Mikroskop nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schalter zur Hell-Dunkelfeldumschaltung der Mikroskopbeleuchtung an dem Bedienpult vorhanden ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Mikroskope besitzen in der Regel einen manuell mit Hilfe zweier koaxial angeordneter Drehknöpfe bewegten Fokussiertrieb, über den entweder der Tisch des Mikroskops oder der die Objektive tragende Revolver in der Höhe verstellt werden können. Diese Betätigungs-knöpfe, von denen einer für die Grobverstellung und der andere, auf ein stärker untersetzendes Getriebe wirkende Knopf für die Feinverstellung dient, sind seitlich oft in doppelter Ausführung links und rechts am Mikroskopstativ angebracht.

Es sind auch Mikroskope bekannt, die einen motorisch bewegbaren Fokussiertrieb besitzen. Insbesonde-

re für Mikroskope für Routine-Untersuchungen z.B. von Produkten der Halbleiterindustrie sind oft mit einem sogenannten "Autofokus" ausgerüstet, der die Schärfenebene der Mikroskopoptik über einen Motor automatisch der Oberfläche des zu untersuchenden Objekts nachführt. Es ist üblich den Motor anstelle der Betätigungs-knöpfe an einer Seite des Mikroskops an die Welle des Fokussiertriebs anzusetzen. Zur manuellen Fokusinstellung dienen dann die verbleibenden Betätigungs-knöpfe an der anderen Seite des Mikroskops.

Diese Lösung ist jedoch oft ungünstig. So wird z.B. bei der Wafer- oder Maskeninspektion in der Halbleiterindustrie Wert darauf gelegt, daß die Bedienperson den Objekten auf dem Tisch des Mikroskops nicht zu nahe kommt, um die Kontaminationsgefahr mit Staubpartikeln möglichst gering zu halten. Bei derartigen Inspektionsarbeitsplätzen ist das Mikroskop außerdem meist ohnehin in ein Handhabungssystem zur automatischen Probenzuführung eingebaut, so daß die gewohnten Betätigungs-handhaben am Mikroskopstativ nur noch schwer oder gar nicht mehr zugänglich sind.

Aus der DE-OS 34 10 201 ist ein Mikroskop mit motorisch bewegtem Fokussiertrieb bekannt, bei dem der Motor über eine magnetisch schaltbare Kupplung und ein Stirnradgetriebe an die Welle angekoppelt ist, die die Betätigungs-knöpfe für den Feintrieb an beiden Seiten des Mikroskops verbindet. Am Fuß des Mikroskops ist eine zusätzliche Betätigungs-handhabe in Form eines Schalters vorgesehen, mit dem der Antrieb-motor für den Fokussiertrieb gestartet werden kann und der als Grobtrieb dient. Die Geschwindigkeit der Fokusverstellung richtet sich hier nach der Vergrößerung des verwendeten Objektivs. Dieses bekannte Mikroskop besitzt ebenfalls die vorgenannten Nachteile, da alle Betätigungs-handhaben, sowohl die Triebknöpfe als auch der Schalter am Mikroskopstativ selbst angeordnet sind.

Aus der DE-OS 33 30 476 ist ein Mikroskop bekannt, dessen Fokussiertrieb durch die digitalen Ausgangssignale einer externen Betätigungs-handhabe wie z.B. einer sog. Rollkugel angesteuert wird, die mit einer progressiven Charakteristik in Bezug auf die Geschwindigkeit der Betätigung versehen ist. Durch diese Maßnahme soll der Grobtrieb des Gerätes eingespart werden.

Auch bei diesem Mikroskop sind jedoch alle weiteren Betätigungs-handhaben z.B. zur Weiterschaltung des Objektivrevolvers, am Gerät selbst angeordnet.

In der EP-OS-01 24 241 ist ein Mikroskop beschrieben, das neben einem motorisch bewegbaren Fokussiertrieb und einer Autofokus-einrichtung auch einen motorisch durchschaltbaren Revolver besitzt. Für die Grob- und Feineinstellung des Fokussiertriebs sind allerdings Schalter vorgesehen, die mit den Schaltern für die Revolververstellung und weiteren Bedienelementen zu einer am Gerät befestigten Eingabeeinheit zusammengefaßt sind. Mit Schaltern läßt sich jedoch keine ausreichend feinfühlige Verstellung des Fokus erzielen. Zwar ist bei dem bekannten Gerät auch die Anschlußmöglichkeit für ein externes Steuergerät vorgesehen; über dessen Aufbau und Bedienelemente ist jedoch nichts gesagt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Mikroskop mit motorisch bewegtem Fokussiertrieb und Objektivrevolver die Betätigungs-elemente so einzurichten, daß möglichst wenige Handgriffe nötig sind und die Gefahr einer Kontamination oder Beschädigungen der Proben möglichst gering ist. Gleichzeitig soll die gewohnte feinfühlige manuelle Fokusverstellmöglichkeit beibehalten werden.

Diese Aufgabe wird mit den im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die digitalen Ausgangssignale des Encoders sind der Steuerschaltung für den Motor des Fokussiertriebs zugeführt, die sich z.B. ebenfalls im Bedienpult befindet oder mit weiterer Steuerelektronik für zusätzliche Funktionen in einem dafür vorgesehenen, separaten Steuerteil untergebracht ist.

Mit Hilfe des von einem Handrad oder Drehknopf angetriebenen Encoders ist eine zwar indirekt über den Motor des Fokussiertriebs wirkende, aber dennoch sehr feinfühlige manuelle Einstellung der Fokuslage des Mikroskops möglich, wobei sich aufgrund der digitalen Ausgangssignale des Encoders weitere Vereinfachungen bei der Bedienung des Mikroskops anbieten. So dient das Handrad dazu, die Autofokuseinrichtung des Mikroskops außer Funktion zu setzen, ohne daß vorher ein "Aus"-Taster betätigt werden muß (Anspruch 3). Weiterhin läßt sich zwischen dem Encoder und dem Motor des Fokussiertriebs eine elektronische Übersetzung einbauen, die die Geschwindigkeit der Fokusverstellung abhängig von der Vergrößerung des gerade benutzten Objektivs gestaltet.

Außerdem ist die Gefahr einer Beschädigung der Proben sicher dadurch vermieden, daß der vorgesehene Sensor am Kreuztisch des Mikroskops den Objektivrevolver bei jedem Probenwechsel automatisch in eine vorgegebene Grundposition mit großem Arbeitsabstand dreht, in der sich zweckmäßig ein Übersichtsobjektiv in Arbeitsstellung befindet.

Das Bedienpult kann weitere für die Steuerung der Funktionen des Mikroskops nötige Bedienelemente enthalten, beispielsweise den Ein- bzw. Ausschalter für die Autofokuseinrichtung des Mikroskops; den Schalter zur Betätigung eines motorisch angetriebenen Objektivrevolvers und/oder einen Schalter für die Hellfeld-Dunkelfeldumschaltung der Mikroskopbeleuchtung.

Da das Bedienpult vom eigentlichen Mikroskop entfernt aufgestellt werden kann und viele der oft benötigten Bedienelemente enthält, ist die Gefahr einer Kombination der zu untersuchenden Proben durch den Beobachter beträchtlich reduziert.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung der Fig. 1–3 der Zeichnungen, in denen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Mikroskops mit separaten Bedienpult für Steuerung verschiedener Funktionen;

Fig. 2 stellt das Bedienpult aus Fig. 1 in Aufsicht dar;

Fig. 3 ist ein Blockschaltbild der im Steuerteil (30) nach Fig. 1 enthaltenen Steuerelektronik.

In Fig. 1 ist mit (1) das Stativ eines aufrechten Mikroskops bezeichnet. Dieses Stativ (1) trägt einen Objektivrevolver (2), einen Binokulartubus (3), einen Kreuztisch (5) und weitere, hier nicht näher zu beschreibende Teile, die üblicherweise zu einem Mikroskop gehören.

Der Revolver (2) ist mit mehreren Objektiven (4a–d) unterschiedlichen Abbildungsmaßstabes bestückt, die nacheinander mit Hilfe eines im Innern des Stativs (1) angebrachten Motors eingeschaltet werden können. Mit (4c) ist ein Übersichtsobjektiv bezeichnet, das einen kleinen Abbildungsmaßstab, dafür aber einen relativ großen Arbeitsabstand besitzt.

Der Tisch (5) läßt sich außerdem zum Zwecke der Fokussierung in der Höhe verstellen. Als Antrieb für diese Fokussierbewegung dient ein zweiter Motor (6), der anstelle der sonst dort angebrachten Einstellknöpfe an der vom Betrachter aus gesehen rechten Seite des

Mikroskops auf die Weise des Fokussiertriebs aufgesetzt ist. Das in Fig. 1 dargestellte Mikroskop ist außerdem mit einer Autofokuseinrichtung versehen (hier nicht dargestellt) wie sie beispielsweise in der DE-OS 33 28 821 beschrieben ist.

Einige der wichtigsten für das Arbeiten mit dem Mikroskop nötigen Bedienelemente befinden sich in einem neben dem Mikroskop aufgestellten und mit diesem über ein flexibles Kabel verbundenen Bedienpult (7). Das Bedienpult (7) enthält ein Handrad (8) für die Feineinstellung der Fokussierbewegung, einen Wippschalter (10) für die Drehung des Revolvers (2), einen Einschalttaster (11) mit integrierter Kontrolllampe für die Autofokuseinrichtung des Mikroskops, eine Kontrolllampe (9), deren Funktion noch beschrieben werden wird und, wie aus der Aufsicht nach Fig. 2 hervorgeht, einen weiteren Wippschalter (12) und einen weiteren Taster (13) auf der Rückseite des Bedienpults. Der Wippschalter (12) dient zum schnellen Verfahren des Fokussiertriebs (Grobfokussierung) während der Taster (13) bei Betätigung die von der Steuerschaltung für den Motor (6) des Fokussiertriebs festgelegten Grenzen des Fahrbereichs auf die gerade eingestellte Fokusposition nachführt. Zusätzlich kann am Bedienpult (7) noch ein Schalter für die Hell-Dunkelfeldumschaltung der Mikroskopbeleuchtung vorhanden sein. Wird der Schalter (12) für die Grobfokussierung nicht benötigt, so kann er für die Hell-Dunkelfeldumschaltung herangezogen werden.

Die Steuerschaltungen für die Motoren der Revolverumschaltung und des Fokussiertriebs sind ebenso wie die Steuerschaltung der Autofokuseinrichtung des Mikroskops in einem separaten Steuerteil (30) untergebracht, an das das Bedienpult (7) angeschlossen ist.

Das Zusammenwirken der vorstehend aufgezählten Betätigungsselemente zur Steuerung des Mikroskops läßt sich am besten anhand des Blockschaltbilds in Fig. 3 erklären.

Der Wippschalter (10) ist mit einer Steuerschaltung (22) für den Motor (19) verbunden, der den Revolver (2) dreht. Mit dem Wippschalter lassen sich die Objektive am Revolver (2) in beiden Richtungen weiterschalten, wobei eine Rückmeldeeinrichtung (29) die Stellung des Revolvers (2) an die Steuerschaltung (22) weitergibt. Die Steuerschaltung (22) ist außerdem mit einem Sensor in Form eines Mikroschalters (20) verbunden, der am Tischträger des Stativs (1) des Mikroskops befestigt ist und vom Kreuztisch (5) immer nur dann betätigt wird, wenn der Tisch (5) sich in Übergabeposition, d.h. in der Stellung befindet, in der ein Probenwechsel stattfindet. Ein Kreuztisch mit einem derartigen Schalter ist beispielsweise in der Patentanmeldung P 35 08 094.9 beschrieben.

Sobald der Tisch (5) den Schalter (20) betätigt, wird der Motor (19) von der Steuerschaltung (22) in Bewegung gesetzt und der Revolver (2) in die Position gedreht, bei der das Übersichtsobjektiv (4c) in den Strahlengang des Mikroskops eingeschaltet ist. Das hat zwei Vorteile: Zum einen ist es üblich, nach einem Probenwechsel die Untersuchung bei geringer Vergrößerung zu beginnen. Außerdem besitzt das Objektiv (4) einen großen Arbeitsabstand, so daß Beschädigungen von Objektiv oder Probe im Zuge des Probenwechsels sicher vermieden werden können. Sobald sich das Objektiv (4c) in Position befindet, wird dies von dem Steuerteil (22) über die Lampe (9) dem Beobachter angezeigt.

Das Handrad (8) für die manuelle Feinverstellung des Fokussiertriebs ist mit einem Encoder (18) verbunden, der bei Betätigung zwei digitale Impulsfolgen mit dreh-

richtungsabhängiger Phasenlage abgibt. Die Signale des Encoders (18) werden einer Steuerschaltung (14) zugeführt, an die auch der Wippschalter (12) für die Schnellverstellung des Fokussiertriebs angeschlossen ist. In der Steuerschaltung (14) wird das Übersetzungsverhältnis 5 des Handrads (8) auf den Fokussiertrieb bzw. die Geschwindigkeit der vom Schalter (12) eingeleiteten Fokusverstellung abhängig vom Abbildungsmaßstab des gerade verwendeten Objektivs eingestellt. Dazu ist die Schaltung (14) mit der Steuerschaltung (22) für den Antrieb des Objektivrevolvers (2) über die Leitung (a) verbunden und enthält von dort die Information über die momentane Stellung des Revolvers (2).

Der Encoder (18) und der Wippschalter (12) wirken außerdem auf die Steuerschaltung (15) der Autofokus-einrichtung des Mikroskops und schalten die Autofokusfunktion ab, sobald die Händhaben zur manuellen Fokusinstellung (8 oder 12) betätigt werden. Damit wird verhindert, daß die automatische Fokusnachstellung der manuellen Verstellung entgegenarbeitet, denn 20 der Sensor (21) der Autofokuseinrichtung würde andernfalls jede manuelle Fokusverstellung als gegenzuregelnde Defokussierung an die Steuerschaltung (15) melden.

Die Ausgänge der Steuerschaltung (15) der Autofokuseinrichtung und der Steuerschaltung (14) der manuellen Fokusverstellung sind gemeinsam einer Schaltung (16) zugeführt, die den Fahrbereich des Fokussiertriebs elektronisch begrenzt. Es lassen sich relative Grenzwerte einstellen, die auf den Fangbereich der Autofokuseinrichtung abgestimmt sind und dann dafür sorgen, daß der Fangbereich bei manueller Fokusverstellung nicht verlassen wird. Außerdem werden Beschädigungen von Objektiv und Objekt vermieden, wenn der obere Grenzwert kleiner als der kleinste Arbeitsabstand der verwendeten Objektive gewählt wird. Bei Erreichen der Begrenzung ertönt ein akustisches Signal und der Motor (6) schaltet ab. Eine Neufestlegung der Fahrreichsgrenzen, wie sie z.B. bei einer Änderung der Objekthöhe im Zuge des Absuchvorganges der Probe auf 40 dem Tisch (5) notwendig wird, ist mit Hilfe einer Reset-taste (13) möglich.

Das von der Schaltung (16) begrenzte Ausgangssignal der Steuerschaltungen (14 bzw. 15) gelangt zu einer Treiberschaltung (17), über die der Motor (6) des Fokussiertriebs direkt beaufschlagt wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

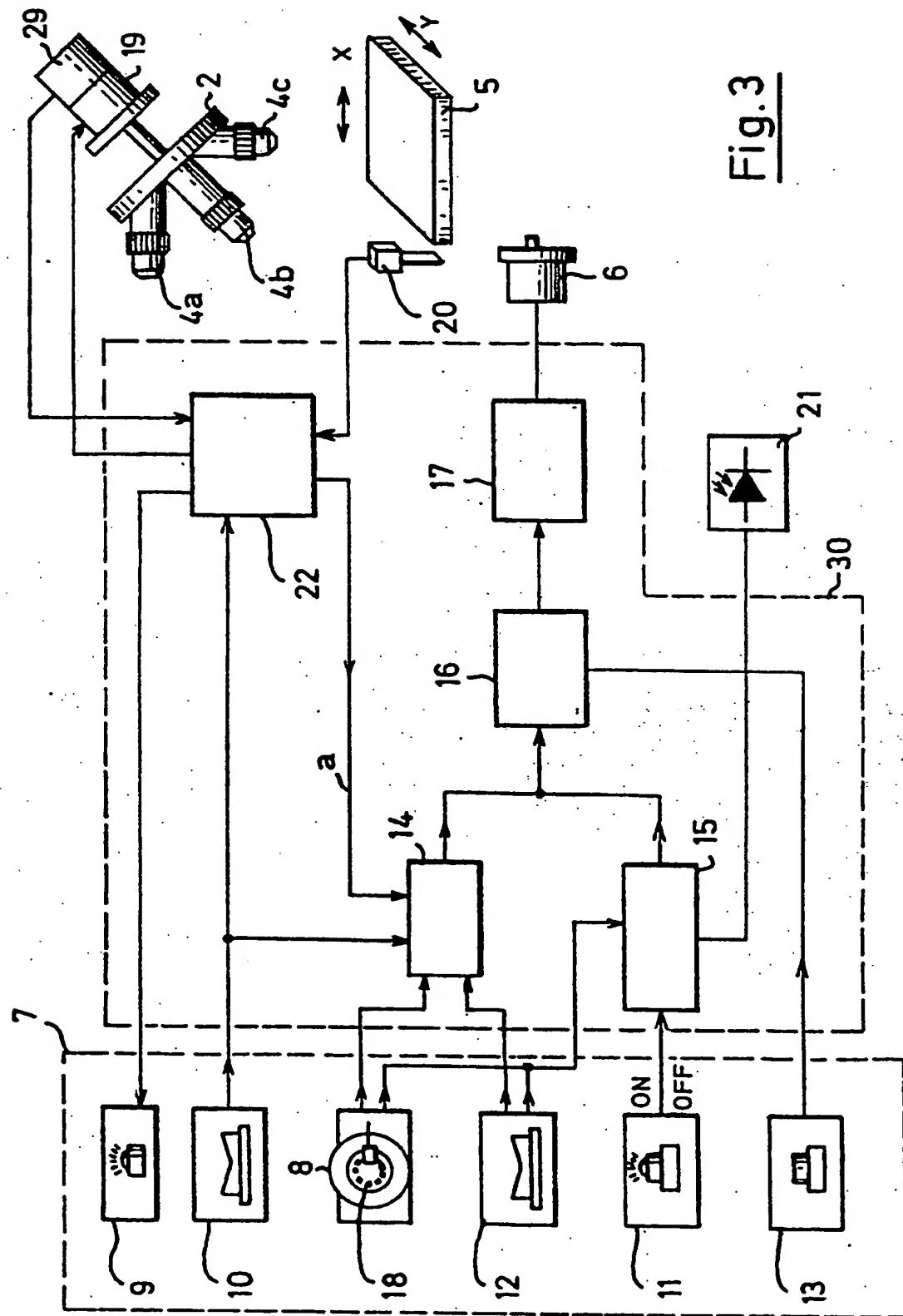


Fig. 3

Fig. 2

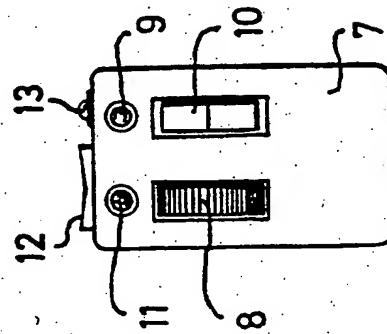


Fig. 1

